

## **WALDBAULICHE BEDEUTUNG UND GEOGRAPHISCHE VERBREITUNG DER WEISSTANNE IM WALLIS AUSSERHALB DES BUCHENAREALS**

Walter Lingg <sup>1</sup>

### **Oekologische und waldbauliche Bedeutung des Weisstanne**

Bereits KUOCH (1954) hat auf die zentrale Rolle der Weisstanne im Bergwald auch im subkontinentalen Klimagebiet hingewiesen. Obwohl ihr Areal durch den schon seit Jahrtausenden anhaltenden Kultureinfluss des Menschen stark verkleinert wurde, besiedelt sie auch heute noch ausgedehnte Gebiete im Wallis. In verschiedenen Waldgesellschaften der montanen und unteren subalpinen Stufe ist sie von Natur aus die gesellschaftsprägende Baumart.

In Fichten-Tannen-Gesellschaften ist ein standörtlich wechselnder Tannenanteil für die Sicherstellung der nachhaltig standörtlichen Ertragsfähigkeit notwendig. Sie bewirkt einen Tiefenaufschluss der Böden, eine bessere Mobilisierung des Nährstoffkapitals, günstigere Streuzersetzung, Verhinderung mächtiger Rohhumusaufgaben sowie die Erhaltung einer höheren biologischen Aktivität (MAYER, 1979).

Die montanen und subalpinen Fichten-Tannen-Gesellschaften sind gekennzeichnet durch eine spezifische Verjüngerdynamik, dem sog. Baumartenwechsel (SIMAK, 1951; MAYER, 1963). Danach verjüngen sich Fichte und Tanne besser unter dem Schirm der andern Baumarten als im eigenen Traufbereich. In den montanen Fichten-Tannenwäldern scheint dieses Verhalten wenig ausgeprägt zu sein. Demgegenüber ist in den subalpinen Stufen ein standörtlich angepasster Tannenanteil im Altholz der Fichten-Tannen-Gesellschaften absolut notwendig für die Aufrechterhaltung der natürlichen Verjüngungsfähigkeit.

Das biologisch-ökologische Verhalten der Tanne erlaubt die Schaffung von nachhaltig stabilen, multifunktional wirksamen

---

<sup>1</sup> Institut für Wald- und Holzforschung, Fachbereich 02 aldbau, ETH-Zentrum, CH-8092 Zürich.

Dauerbestockungsformen. Die grosse Schattenfestigkeit in der Jugendphase, die grosse Verjüngungskraft, die geringe Gefährdung durch den schwarzen Schneeschimmel (*Herportrichia nigra* Hartig) in höheren Lagen erlaubt eine dauernde Verjüngung und somit die Schaffung stufiger Bestände, welche nachhaltig Bodenschutz gewährleisten.

Entscheidend für die Besiedlung sehr steiler Hanglagen, in steinschlaggefährdeten Zonen oder auf oberflächlich labilen Standorten, wie sie im Wallis an den steil abfallenden Talflanken sehr oft anzutreffen sind, ist die geringe Gefährdung durch Wurzelpilze wie z. B. *Fomes annosus* (Cooke) sowie das sehr grosse Wundheilvermögen nach mechanischen Einwirkungen. Nicht selten bildet die Weissstanne auf solchen Standorten praktisch Reinbestände, da die Fichte eine sehr hohe Befallsdisposition gegenüber Wurzelpilzen aufweist und daher bald ausfällt, währenddem die Tanne auftretende Lücken bald wieder zu schliessen vermag. Das Ausscheiden der Fichte wird auf kalkhaltigen Standorten noch begünstigt durch die verminderte Aktivität der natürlichen Antagonisten von *Fomes annosus* (LOW und GLADMANN, 1960; GREIG, 1962 zit. nach REHFUSS, 1970). Das vermehrte Auftreten des Nasskerns bei der Tanne in aktiven Steinschlagzonen deutet darauf hin, dass die Nasskernbildung möglicherweise eine natürliche Abwehrreaktion nach Verletzungen darstellt.

Die Tanne trägt nicht nur durch ihre geringe pathologische Gefährdung, sondern auch durch ein tiefgreifendes Pfahlwurzelsystem, das weitgehend unabhängig vom Standort entwickelt wird (KÖSTLER, BRÜCKNER und BIBELRIETHER, 1967), viel zur bestandesstrukturellen Stabilität bei. Dank der grossen Wurzelenergie vermag sie auch stark grobskeletthaltige Böden zu erschliessen und in Vergesellschaftung mit der Fichte, welche auf solchen Standorten stark wuchsunterlegen ist, stabile Bestände zu bilden. Mit dem tiefgreifenden Wurzelwerk wird die Bodenoberfläche gefestigt, die Einsickerungsrate und -tiefe vergrössert. Die Tanne hat somit auch eine stark ausgleichende Wirkung auf das Wasserregime.

Die tiefwurzelnnde Tanne ist gegenüber der flachwurzelnnden Fichte auch gegen Windwurf viel widerstandsfähiger. In ähnlicher Weise geht bei Entmischung, d. h. bei Verlust der Tanne, die bestandesstrukturelle Stabilität gegenüber Schneebruch zurück (DRESCHER, 1965). Wie die Untersuchungen von MEYER (1968) zeigen, beträgt das Betriebsrisiko in einem tannenreichen Naturwald

im Plenterbetrieb nur 5%, währenddem das Risiko in einem an Mischbaumarten (Tanne) stark verarmten, fichtenreichen Bergwald auf 25% ansteigt. Dies gilt insbesondere für wüchsige Standorte mit einem wenig gegliederten Kleinrelief. Bei naturnaher Baumartenmischung mit ausreichendem Tannenanteil, stufigem Bestandesaufbau und bei entsprechender Pflege erreicht die ökologische und bestandesstrukturelle Stabilität einen Optimalwert. Zwangsnutzungen infolge Wind und Schnee, Zuwachsverluste und standörtliche Degradationen erreichen ein Minimum.

Die Tanne erfordert nicht nur aus schutztechnischen, bodenbiologischen, verzüngerungsökologischen und waldbautechnischen Gründen besondere Beachtung, sondern auch aus ertragskundlichen Überlegungen. Sie erzielt auch im subkontinentalen Klimagebiet sehr beachtenswerte Wuchsleistungen und ist der Fichte im unteren Bereich ihres Verbreitungsgebietes sowie auf gewissen Spezialstandorten in der Wuchsleistung überlegen. Die grösste im Wirtschaftswald des Wallis wachsende Tanne erreicht eine Höhe von 45 m und einen Brusthöhendurchmesser von 1,65 m. Sie stockt in einem Alpendost-Fichten-Tannenwald (*Adenostylo-Abietetum*, ELLENBERG und KLÖTZLI, 1973) in relativ windgeschützter Lage, auf einem nachhaltig frischen, tiefgründigen Hangfussstandort in ENE-Exposition, auf ca. 1400 Meter über Meer.

### **Zur Rassenfrage der inneralpinen Tannenherkünfte**

Der Frage des Vorliegens eines besonderen Oekotyps ging MARCET (1971, 1972) mit Hilfe von physiologischen Frühtestuntersuchungen nach. Es wurde dabei der Nachweis erbracht, dass sich die Walliser Weisstannenherkünfte aus Tieflagen im Sämlings- und Keimlingsstadium von denen aus dem Gebiet des nördlichen Alpenrandes hinsichtlich Dürresistenz ganz erheblich unterscheiden. Bei den inneralpinen Tannenvorkommen hat offenbar eine deutliche Anpassung an die xerothermen Lebensbedingungen stattgefunden.

Der dänische Weisstannenprovenienzversuch, der ausserhalb des natürlichen Verbreitungsareals der Weisstanne durchgeführt wurde (LØFTING, 1974, 1959; LARSEN, 1981) hat folgendes gezeigt: Herkünfte mit einem deutlichen xerophytischen Verhalten aus den

südlichen und südöstlichen Teilen des natürlichen Verbreitungsareals der Weisstanne sind gegenüber Herkunftsn aus dem westlichen und den zentralen Teilen des Areals nicht nur stark wuchsüberlegen, sondern weisen auch eine erhöhte Resistenz gegenüber dem Tannensterben auf. Es sind dies Herkunftsn aus Catanzaro, Calabrien/Süditalien, Lopus, Karpaten/Rumänien und Perister-Planina, Südserbien, Jugoslawien. Diese verminderte Schadenanfälligkeit solcher Biotypen nach den Trockenjahren 1975/76 ist vermutlich nicht nur auf eine erhöhte Trockenresistenz, sondern auch auf eine erhöhte Immissionsresistenz zurückzuführen. Beim Tannensterben handelt es sich ja bekanntlich um eine komplexe Wirkung zahlreicher Ursachen (LEIBUNDGUT, 1974; MAYER, 1979), wobei Trockenperioden und Immissionen sicherlich krankheitsverstärkend wirken. Trockenresistentere Oekotypen weisen vielfach auch eine erhöhte Immissionsresistenz auf (KLEIN, 1980).

Obwohl die Tanne in ihrem natürlichen Areal im zentralen Wallis noch keine deutlichen Anzeichen des Weisstannensterbens zeigt, wie sie in den submontanen Lagen der Alpennordseite verstärkt auftreten, kann das Problem mit dem Anbau von Trockentannen nicht gelöst werden. Bestensfalls werden mögliche Schadfaktoren wie Trockenheit abgeschwächt oder nur vorübergehend ausgeschaltet (Immissionen!). Ein nicht zu vernachlässigendes Anbaurisiko besteht zudem in einer möglichen Spätfrostgefährdung bei der Übertragung der Walliser Herkunftsn aus dem buchenfreien, inneralpinen, kontinentalen Fichtenwald-Klimaxgebiet in das subatlantisch getönte Buchenwaldgebiet (MAYER, 1979). Diese Frage kann nur mit physiologischen Frühstestuntersuchungen und mittelfristigen Anbauversuchen beantwortet werden.

Wie eigene Untersuchungen zeigen werden, kann auf Grund des breiten soziologisch-ökologischen Standortsspektrums vermutet werden, dass die Tanne innerhalb des heutigen Areals im Wallis möglicherweise eine grosse ökotypische Variabilität aufweist. Auffallend ist zum Beispiel die hohe Regenerationsfähigkeit auf Hochlagenstandorten in Süd- und Westexposition nach Beschädigung des Leittriebes. Weisstannen, die durch einen Bruch den Gipfel verlieren, bilden aus der Bruchstelle einen oder mehrere Triebe und dies auch nach erneutem Bruch wiederholend. Diese Regeneration kann auch tief am Stamm erfolgen und zur Mehrstämmigkeit eines Baumes führen. Die schwachen Stämme werden oft durch mechanische Einwirkungen niedergedrückt. Diese bilden am Boden liegend

wieder ein üppiges, plagiotrop ausgerichtetes Astwerk. Diese auffallende Regenerationsfähigkeit wurde schon von MATTFELD (1930) an *Abies cephalonica*, von MARKGRAF und DENGLER (1931) an *Abies alba* in Albanien sowie von HORVAT-MARLOT und KRAMER (1982) im Bereich der Arealgrenze von *Abies alba* zu *Abies borisii regis* beobachtet. Dieses Verhalten deutet auf das Vorliegen besonderer Oekotypen hin. Möglicherweise steht die auf allen Standorten beobachtete Neigung zur Klebastbildung mit dieser Regenerationsfähigkeit im Zusammenhang.

### **Untersuchungsziele des zur Zeit noch laufenden Forschungsprojektes: Oekologie der inneralpinen «Trockentannen» im Wallis**

Während wir heute über die subkontinentalen Tannen-Fichtenwälder im Wallis in montanen Lagen durch die Arbeiten von KUOCH (1954) und BACH *et al.* (1954) schon gut unterrichtet sind, haben wir noch wenig Aufschluss über das gesamte Standortsspektrum sowie die das Wachstum der Tanne begrenzenden Standortsfaktoren. Die Fragen nach den ökologischen Grenzen einer Baumart sind nicht nur aus standortkundlich-waldbaulicher Sicht von erstrangigem Interesse, sondern auch von zentraler Bedeutung im Zusammenhang mit dem Forstschutz, bedingt durch die zunehmende Umweltbelastung durch Immissionen. Dies zeigt sich einerseits z. B. in der Diskussion um den Verlauf der nördlichen Arealgrenze der Tanne im Zusammenhang mit dem Tannensterben, andererseits zeigen Schadsymptome der Tanne, verursacht durch Immissionen oder natürliche Stressfaktoren, oft dasselbe Erscheinungsbild. Diese Probleme können gerade im Wallis an der unteren Arealgrenze, in der Kontaktzone von *Abies alba* mit *Pinus silverstris* und *Quercus pubescens* eingehend studiert werden.

Die im Jahre 1979 begonnene Untersuchung über die Oekologie der inneralpinen «Trockentanne» verfolgt die nachgenannten Ziele:

- Kartographische Erfassung der heutigen Weisstannenvorkommen im Wallis ausserhalb des Verbreitungsareals der Buche
- Klimatische Charakterisierung des heutigen Verbreitungsareals

- Feststellung der von der Tanne besiedelten Waldgesellschaften und der Tannenausschlussgebiete sowie Charakterisierung des edaphischen Standortsspektrums
- Einfluss der Witterung, insbesondere Temperatur und Niederschlag, sowie weiterer Standortsfaktoren auf das Jahrringwachstum von Tanne und Fichte; vergleichende Analyse von 6 verschiedenen Standorten
- Waldbauliche Beurteilung der Tannenvorkommen: Wuchsleistung, Ausformung, Verjüngungssituation, waldbauliches Verhalten
- Herausarbeiten der für die Tanne entscheidenden Standortsfaktoren mit besonderer Berücksichtigung der unteren Verbreitungsgrenze.

Die breit angelegte Untersuchung hat also eine autökologische und synökologische Charakterisierung dieser subkontinentalen Tannenvorkommen zum Ziele, als unentbehrliche Grundlage für eine standortsgerechte Baumartenwahl und Waldbehandlung, für die Erhaltung und Förderung dieser äusserst wertvollen Schutzwaldbaumart, aber auch um Anbauversuche ausserhalb ihres natürlichen Verbreitungsareals auf eine bessere Basis zu stellen.

## **Die heutige geographische Verbreitung der Weisstanne im Wallis ausserhalb des Verbreitungsgebietes der Buche**

### *Methodik der Kartierung*

Die vorliegende Kartierung der Verbreitung der Weisstanne basiert einerseits auf Angaben von Wirtschaftsplänen aus der Zeit von 1929 bis ca. 1950, andererseits auf eigenen Erhebungen. Manch wertvollen Hinweis vermochte auch die Kartierung der Baumartenverteilung am Südhang von HAINARD (1963) zu geben.

Die Stammzahlprozente der Tanne aus den Wirtschaftsplänen wurden abteilungsweise auf Landeskarten 1:25 000 übertragen. Diese Angaben entsprachen aber vielfach nicht mehr den heutigen Gegebenheiten, da sich der Tannenanteil örtlich stark verändert hat. Der grösste Teil dieser Angaben konnte aber anlässlich von Begehungen und Feldstecherkartierungen vom Gegenhang überprüft und

modifiziert werden. Für Gebiete, wo keine Wirtschaftspläne vorhanden waren, wurden die vorliegenden Angaben nach derselben Methode erhoben. Dies gilt insbesondere für die Region von Visp rhonetalaufwärts. Es wurden insgesamt 5 Stammzahlklassen gebildet. Die Stammzahlklasse «1-5 Exemplare» beruht vielfach auf eigenen Funden oder Angaben des Forstdienstes und erhebt aus verständlichen Gründen keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Die Erhebungen auf den Landeskarten 1:25 000 wurden anschliessend vereinfacht auf Landeskarten 1:100 000 übertragen. Weitere waldgeschichtliche Quellen lassen sich leider kaum ausschöpfen. Wie die Untersuchungen von MEYER (1950/1955) zeigen, wird das Wort «Weisstanne» von dem Fichte und Tanne beinhaltenden Sammelbegriff «Tanne» überlagert.

An dieser Stelle möchte ich dem Forstdienst des Kantons Wallis recht herzlich danken für die Überlassung der Wirtschaftspläne, die wertvollen Hinweise und die vielfach gute Unterstützung anderer Art.

### *Heutige Verbreitung der Weisstanne im Wallis*

Die Kartierung der Walliser Weisstannenvorkommen zeigt, dass die Weisstanne beidseits der Rhone kein zusammenhängendes Areal (mehr) bildet. Links der Rhone liegen die grössten Vorkommen zwischen dem Val d'Anniviers und Glishorn. Die grössten zusammenhängenden Tannenareale stocken links und rechts des Val d'Anniviers (Vercorin und Gorwetschgrat/Ochsenboden), östlich des Illgrabens und an den Haupttalflanken westlich und östlich des Vispertales. Am Glishorn tritt die Tanne vor allem in höheren Lagen bestandesweise auf. In die südlichen Seitentäler vermag die Weisstanne nur unweit einzudringen.

Die grössten Tannenvorkommen rechts der Rhone liegen in den nördlichen Seitentälern zwischen Val de la Morge und Bietschtal. Unmittelbar am Südhang kommt die Tanne mit Ausnahme grösserer Vorkommen östlich des Val de la Morge und der Hochlagenvorkommen östlich des Lötschentales nur sporadisch vor.

Vom Glishorn bzw. Bietschtal rhonetalaufwärts ist die Tanne mit Ausnahme eines kleinen Relikt-vorkommens in der Binnaschlucht nur noch vereinzelt anzutreffen.





Die vertikale Verbreitung der Tanne zeigt folgendes Bild: Die untere natürliche Verbreitungsgrenze liegt am Südhang auf ca. 1200 ü. M., am Nordhang auf ca. 900 ü. M., wobei sie örtlich bis gegen 800 ü. M. hinabsteigt. Neben dem montanen Hauptverbreitungsgebiet mit einer Obergrenze am Südhang auf ca. 1700 ü. M. bzw. 1500 ü. M. am Nordhang weist die Tanne im Wallis noch ein beträchtliches subalpines Areal auf. Die höchstgelegenen «Tannenkrüppel-exemplare» wurden am Südhang auf 2100 ü. M. angetroffen.

Die heutige Verbreitung zeigt ein durch starke Kultureinflüsse geprägtes Verteilungsmuster. Wie früh und mit welchem Ausmass der anthropogene Einfluss auf das Waldareal einsetzte, zeigen zum Beispiel die Untersuchungen von MARKGRAF (1969) am Böhnigsee auf 2095 ü. M. ob Visp und Zeneggen. In einem Profil fanden sich in einer Holzkohleschicht Stücke von *Abies alba*. Oberhalb dieser Holzkohlenschicht fehlten *Abies*-Pollen vollständig, offenbar als Folge von Brandrodungen. Diese Schicht wurde auf 2220 v. Chr. = 4170 BP datiert. Die starke Entwicklung der Alpwirtschaft am Ende des Neolithikums und besonders zu Beginn der Bronzezeit führte zur Vernichtung vieler Arven- und Weisstannenbestände (Schindelholz) und zu einer starken Ausbreitung der Grünerle seit ca. 5000 – 4000 BP (WELTEN, 1982). Mit der beginnenden Alpwirtschaft verlor der Wald nicht nur an Areal, sondern gleichzeitig setzten auch die schädlichen Nebennutzungen im Walde ein, Nutzung des Waldes als Gross- und Kleinviehweide, das Sammeln von Laub- oder Nadelstreu usw. Dies führte dazu, dass die sehr verbissemphindliche Tanne in den umliegenden Waldungen der Alpweiden ausgerottet und das Waldareal als Folge der Beweidung weiter verkleinert wurde.

Die klimatisch grösstmögliche vertikale und horizontale Verbreitung der Tanne im Wallis fällt praktisch mit dem Beginn der ersten starken Kultureinflüsse zusammen. Kurz vor ca. 3200 BP wurde die Tanne nämlich in den subalpinen Lagen durch die Fichte abgelöst (WELTEN, 1982) oder mindestens stark konkurrenziert. Dieses durch klimatische Verschlechterung und durch die Konkurrenz der Fichte geschrumpfte Tannenareal wurde auch in den folgenden Jahrtausenden und Jahrhunderten, z. T. bis Mitte dieses Jahrhunderts infolge von Rodungen, Kahlschlägen, Waldbränden, Beweidung und anderer schädlicher Nebennutzungen stark verkleinert. Aber auch Naturkatastrophen, z. T. wiederum als Folge dieser anthropogenen Einflüsse, führten zum Rückgang der Tanne. Nur vor diesem vegetations- und

kulturgeschichtlichen Hintergrund kann das heutige Verteilungsmuster verstanden werden.

Die grössten Weisstannenvorkommen im Wallis stocken in steilen bis sehr steilen, oft mit Felsbändern oder Felsabstürzen durchsetzten, geomorphologisch oft instabilen Gebieten. Wo seit alters intensiv Landwirtschaft und Alpwirtschaft betrieben wurde, fiel die Tanne in den umliegenden Waldungen vollkommen aus. Vielfach fehlt die Tanne an den Haupttalflanken auch aus orographischen, edaphischen und geomorphologischen Gründen innerhalb ihres klimatisch möglichen Verbreitungsareals. Dies ist insbesondere am Südhang der Fall. Ursache dieser Standortsungunst für die Tanne dürfte oft Degradation der Standorte nach Kahlschlagwirtschaft und Waldbränden sein. So ist z. B. die starke Dominanz der Waldföhre am Glishorn vermutlich auf Kahlschlagwirtschaft für die Holzköhlerei in Verbindung mit den stark zu Erosion und Degradation neigenden Böden auf Kalkphylliten und Kalkglimmerschiefern zurückzuführen. Dies wird bezeugt durch das Auftreten von Lokalnamen wie z. B. «Undri- und Obri-Chohlbodini» auf der Nordseite des Glishorns.

Bei den Hochlagenvorkommen, teilweise sogar im Bereich des Arven-Lärchen-Waldes sowie der noch spärlich vorkommenden Weisstannen im Goms, im Binntal und im oberen Lötschental handelt es sich um Relikte einer ehemals viel grösseren Tannenverbreitung. Vermutlich hat die Tanne nicht nur im Haupttal bis oberhalb Brig (WELTEN, 1982) ein beträchtliches Areal besiedelt, sondern auch im Goms. Leider fehlen bis heute pollenanalytische Untersuchungen aus dieser Region, welche diese Frage schlüssig beantworten könnten.

Heute versucht die Tanne ihr verlorenes Areal wieder auf natürlichem Wege zurückzuerobern. Vielfach stellen sich z. B. in ehemals beweideten Lärchenbeständen sehr tannenreiche Naturverjüngungen ein, andererseits drohen ihr bisherige wie auch neue Gefahren. Während in vergangenen Jahrhunderten die Beweidung durch Gross- und Kleinvieh die grösste Geissel unserer Wälder darstellte, erreichen heute die Wildbestände vielfach ein für den Wald untragbares Mass. Insbesondere im Bereiche eidgenössischer und kantonaler Wildbannggebiete wird jegliche Weisstannenverjüngung durch Reh-, Gams- und Rotwild totverbissen. Dieselben Auswirkungen hat die erneut wieder einsetzende unkontrollierte Beweidung durch Ziegen.

Einen wesentlichen Einfluss auf die zukünftige Erhaltung und Verbreitung der Tanne wird die Bewirtschaftung haben. Während man heute sehr vorbildlich gepflegte Waldungen antrifft, kommen vereinzelt auch Waldbauverfahren zur Anwendung, die dem Wuchsverhalten der Tanne kaum gerecht werden und der Schaffung dauernd schutzwirksamer Bestandesformen nicht förderlich sind.

Die Darstellung und Abgrenzung des sozio-ökologischen Standortsspektrums, das waldbauliche Verhalten der Weisstanne in den verschiedenen Waldgesellschaften wird Gegenstand des oben skizzierten Forschungsvorhabens sein.

## Literatur

- BACH, R., R. KUOCH und R. IBERG. 1954. *Wälder der Schweizer Alpen im Verbreitungsgebiet der Weisstanne*, II. Entscheidende Standortsfaktoren und Böden. Mitt. 30: 133-260.
- DRESCHER, W. 1965. *Aus der Bestandes- und Ertragsgeschichte von Beständen des südlichen Hochschwarzwaldes*. Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg, 19, 58 S.
- ELLENBERG, H. und F. KLÖTZLI. 1973. *Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz*. Mitt. EAFV, 48: 593-930.
- HAINARD, P. 1969. *Signification écologique et biogéographique de la répartition des essences forestières sur l'adret valaisan*. Boissiera, 15, 150 S.
- HORVAT-MARLOT, S. und W. KRAMER. 1982. *Die Weisstanne (Abies alba Mill.) in Jugoslawien*. Forstarchiv, 53: 172-180; 216-219.
- KLEIN, B. 1980. *Zusammenhänge zwischen Immissions- und Trockenresistenz bei Fichte, Picea abies (L.) Karst*. Eur. J. For. Path. 10: 186-190.
- KÖSTLER, J.N., E. BRÜCKNER und H. BIBELRIETHER. 1968. *Die Wurzeln der Waldbäume*. Hamburg und Berlin, Parey-Verlag, 284 S.
- KUOCH, R. 1954. *Wälder der Schweizer Alpen im Verbreitungsgebiet der Weisstanne*. Mitt. EAFV, 30: 133-260.
- LARSEN, J.Bo. 1981. *Abies alba-Proviens in Dänemark*. 3. Tannensymposium, Wien 1980. Oesterr. Agrarverlag, Wien: 78-90.
- LEIBUNDGUT, H. 1974. *Zum Problem des Tannensterbens*. Schweiz. Ztschr. Forstwes., 125: 476-484.
- LØFTING, E.C.L. 1954. *Danmarks ædelgranproblem, 1. del Proveniensenvalg*. Forstl. Forsøgsv. Danm. 21: 337-381.
- 1959. *Danmarks ædelgranproblem, 2. del Dryknings-betingelser for Abies alba (Mill.) og Abies nordmanniana (Spach) i Danmark*. Forstl. Forsøgsv. Danm. 26: 1-249.
- MARCEY, E. 1971. *Versuche zur Dürresistenz inneralpiner «Trockentannen» (Abies alba Mill.)*. Schweiz. Ztschr. Forstwes., 122: 117-135.
- 1972. *Versuche zur Dürresistenz inneralpiner «Trockentannen» (Abies alba Mill.)*. Schweiz. Ztschr. Forstwes., 123: 763-766.

- MARKGRF, F. und A. DENGLER. 1931. *Aus südosteuropäischen Urwäldern*. Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen, 63: 1-32.
- MARKGRAF, V. 1967. *Moorkundliche und vegetationsgeschichtliche Untersuchungen an einem Moorsee im Wallis*. Bot. Jb, 89, 63 S.
- MATTFELD, J. 1930. *Über hybridogene Sippen der Tannen*. Stuttgart. Bibliotheca botanica 100. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. S.
- MAYER, H. 1963. *Bodendecke und Naturverjüngung*. Centralbl. f.d.ges. Forstw., 80: 1-20.
- 1968. *Zur waldbaulichen Interpretation neuerer ertragskundlicher Untersuchungsergebnisse über die Fichte*. AFZ, Wien, 79: 10-17.
- 1979. *Zur waldbaulichen Bedeutung der Tanne im mitteleuropäischen Bergwald*. Der Forst- und Holzwirt, 34: 333-354.
- MEYER, K.A. 1950/1955. *Frühere Verbreitung der Holzarten und einstige Waldgrenze im Wallis*. I. Unterwallis, Linkes Rhoneufer. Mitt. EAFV, 26: 683-750. II. Mittelwallis. Mitt. EAFV, 27: 287-347. III. Im Rhoneknie und Landschaften des rechten Rhoneufers vom Mont Rosel bis Eggerberg. Mitt. EAFV, 28: 157-208. IV. Oberwallis. Mitt. EAFV, 31: 563-668.
- REHFUESS, K.E. 1970. *Kernfäulebefall älterer Fichtenbestände (Picea abies) auf Standorten im Schwäbischen Jura: Fomes annosus*. Proceedings of the Third International Conference on Fomes Annosus. Forest Service, United States Department of Agriculture, Washington, D.C.: 96-102.
- SIMAK, M. 1951. *Untersuchungen über den natürlichen Baumartenwechsel in schweizerischen Plenterwäldern*. Mitt. EAFV, 27: 406-468.
- WELTEN, M. 1982. *Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in den westlichen Schweizeralpen: Bern-Wallis*. Denkschriften der Schweiz. Naturf. Gesellschaft, 95: Textheft, 104 S.